



Docket No.: MUH-12841

I hereby certify that this correspondence is being deposited with the United States Postal Service with sufficient postage as first class mail in an envelope addressed to: Commissioner for Patents, Alexandria, VA 22313 20231.

By:  Date: December 4, 2003

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applic. No. : 10/686,849  
Applicant : Anton Mauder et al.  
Filed : October 16, 2003  
Art Unit : to be assigned  
Examiner : to be assigned

Docket No. : MUH-12841  
Customer No.: 24131

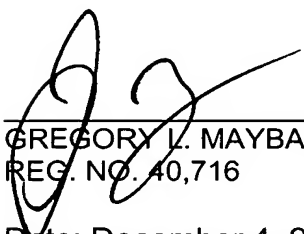
CLAIM FOR PRIORITY

Mail Stop: Missing Parts  
Hon. Commissioner for Patents,  
Alexandria, VA 22313-1450  
Sir:

Claim is hereby made for a right of priority under Title 35, U.S. Code, Section 119, based upon the German Patent Application 102 48 205.5 filed October 16, 2002.

A certified copy of the above-mentioned foreign patent application is being submitted herewith.

Respectfully submitted,

  
\_\_\_\_\_  
GREGORY L. MAYBACK  
REG. NO. 40,716

Date: December 4, 2003

Lerner and Greenberg, P.A.  
Post Office Box 2480  
Hollywood, FL 33022-2480  
Tel: (954) 925-1100  
Fax: (954) 925-1101

/mjb

# BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

**Aktenzeichen:** 102 48 205.5

**Anmeldetag:** 16. Oktober 2002

**Anmelder/Inhaber:** Infineon Technologies AG, München/DE

**Bezeichnung:** Ohmsche Kontaktanordnung

**IPC:** H 01 L 21/28

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 9. Oktober 2003  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident  
Im Auftrag

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Schoiz'.

Schoiz

# MÜLLER • HOFFMANN & PARTNER – PATENTANWÄLTE

European Patent Attorneys – European Trademark Attorneys

Innere Wiener Strasse 17  
D-81667 München

Anwaltsakte: 12292

Ko/mk

Anmelderzeichen: 2002P11684 DE  
(2002 E 11679 DE)

16.10.2002

## **Infineon Technologies AG**

St.-Martin-Straße 53  
81669 München

---

### **Ohmsche Kontaktanordnung**

---

## Beschreibung

### Ohmsche Kontaktanordnung

- 5 Die vorliegende Erfindung betrifft eine Kontaktanordnung mit einem ohmschen Kontakt zwischen einer Metallisierungsschicht und einem Halbleiterkörper aus einem monokristallinen Halbleitermaterial.
- 10 Um einen ohmschen Kontakt einer Metallisierungsschicht zu einem Halbleiterkörper herzustellen, wird im Halbleitermaterial des Halbleiterkörpers eine hinreichend hohe Dotierungskonzentration benötigt. Bestehen beispielsweise die Metallisierungsschicht aus Aluminium und der Halbleiterkörper aus p-dotiertem Silizium, so sollte die Dotierungskonzentration im
- 15 Oberflächenbereich des Halbleiterkörpers zu der Metallisierungsschicht bei wenigstens  $10^{17}$  Dotierungsatomen  $\text{cm}^{-3}$  liegen. Ist das Silizium des Halbleiterkörpers n-dotiert, so wird eine Oberflächen-Dotierungskonzentration von sogar über  $10^{19}$
- 20 Dotierstoffatomen  $\text{cm}^{-3}$  benötigt.
- Diese Mindest-Dotierungskonzentrationen stellen ein Problem dar, wenn die an das Kontaktgebiet zu der Metallisierungsschicht angrenzenden Bereiche des Halbleiterkörpers keinen
- 25 hohen Emitterwirkungsgrad besitzen sollen. Denn das Injektionsverhalten eines Emitters hängt maßgeblich von der in seinen Bereich eingebrachten Dotierstoffdosis ab. Hohe Oberflächen-Dotierungskonzentrationen lassen sich in einem Halbleiterkörper aber selbst mit einer sehr oberflächennahen Belegung beispielsweise durch Ionenimplantation und einem nach-
- 30 folgenden Ausheilschritt ohne wesentliche Umverteilung nicht mit beliebig kleinen Dotierstoffdosen in der Größenordnung

von beispielsweise unterhalb  $10^{13}$  Dotierstoffatomen  $\text{cm}^{-2}$  herstellen.

Derzeit wird der Kontakt zur Body-Zone bei Leistungs-MOSFETs und IGBTs (Bipolartransistor mit isoliertem Gate) bevorzugt mit einem stark dotierten p-leitenden Gebiet möglichst niederohmig an die Source-Elektrode angeschlossen, damit der pn-Übergang zwischen Body-Zone und Source-Zone in Bezug auf die Source-Zone nicht bei einem hohen Querstrom in Durchlassrichtung gepolt wird. Denn dies würde zu einem sogenannten „Latches“ des Leistungs-MOSFETs bzw. IGBTs führen, was die Steuerbarkeit über das Gate verhindert und ohne externe zusätzliche Maßnahmen eine Zerstörung des Leistungs-MOSFETs bzw. IGBTs bewirkt.

Die damit integrierte Body-Diode zwischen Body-Zone und Source-Zone führt bei einem Leistungs-MOSFET bzw. IGBT dazu, dass dieser rückwärts mit Ladungsträgern sehr stark überschwemmt wird. Durch die hohe p-Dotierung der Body-Zone auf der Vorderseite des Leistungs-MOSFETs sind die Kommutierungseigenschaften der Body-Diode sehr schlecht. Hingegen liegt bei IGBTs eine gewisse Rückwärtssperrfähigkeit durch den rückseitigen pn-Übergang zur Kollektorzone vor. Hier wird der IGBT bereits im normalen Vorwärtsbetrieb mit Ladungsträgern überschwemmt, die dann beim Übergang in den sperrenden Zustand ausgeräumt werden müssen. Der dadurch bedingte Ladungsträgerstrom zur Zelle muss dann über die p-leitende Body-Zone zum Body-Kontakt hinreichend niederohmig abgeleitet werden.

Ganz allgemein führt bei Bipolartransistoren und Dioden eine höhere Dotierung der Gebiete in der Nähe der zu kontaktierenden Metallisierungsschichten zu einem häufig unerwünscht starken Emitter, was in einer entsprechend großen Über-

schwemmung des Bauelementes mit Ladungsträgern und damit in höheren Schaltverlusten resultiert.

5 Bisher ist der Einsatz von Leistungs-MOSFETs in Brückenschaltungen insbesondere bei höheren Spannungen oberhalb von etwa 300 V nur sehr eingeschränkt möglich. Bei niedrigeren Spannungen unterhalb von 300 V sind die Schaltverluste in solchen Leistungs-MOSFETs relativ hoch. Die geforderte Latch-Up-Festigkeit von Leistungs-MOSFETs bzw. IGBTs wird derzeit durch  
10 präzise Auslegung von deren Zellen und aufwändige Fertigungsverfahren gewährleistet.

Bei Bipolartransistoren und Dioden können niedrige Emitterwirkungsgrade zum einen durch entsprechend geringe Dotierstoffdosen und zum anderen durch optimierte Dotierungsverfahren sichergestellt werden. Zu verweisen ist hier beispielsweise auf die DE 100 31 461 A1, in welcher eine Hochvolt-Diode beschrieben ist, bei der die Dotierungskonzentrationen eines Anodengebietes und eines Kathodengebietes im Hinblick  
20 auf die Grundfunktionen „statisches Sperren“ und „Durchfluss“ optimiert sind. Alle diese Maßnahmen sind aber gewöhnlich nicht ausreichend, um einen in vielen Fällen gewünschten schwachen Emitter zu erreichen.

25 Aus diesem Grund müssen zusätzliche Methoden angewandt werden, durch welche eine nachfolgende Schwächung des Emitterwirkungsgrades mittels lokaler oder homogener Einstellung der Ladungsträgerlebensdauer erreicht wird. Insbesondere von Bedeutung ist hier eine Absenkung der Ladungsträgerlebensdauer  
30 durch lokale Schädigung des Halbleiter-Kristallgitters im oder in der Nähe des Emitters durch Bestrahlung mit hochenergetischen Teilchen wie zum Beispiel Elektronen, Protonen oder Heliumatomen. Nachteilig an einem derartigen Vorgehen ist a-

ber wiederum die Anfälligkeit von fertiggestellten Bauelementen gegenüber Prozess-Streuungen.

Es ist daher Aufgabe der vorliegenden Erfindung eine Kontaktanordnung mit einem ohmschen Kontakt zwischen einer Metallisierungsschicht und einem Halbleiterkörper anzugeben, welche einfach herstellbar ist und einen niedrigen Emitterwirkungsgrad zu gewährleisten vermag. Außerdem soll ein Verfahren zum Herstellen einer solchen Kontaktanordnung geschaffen werden.

Diese Aufgabe wird bei einer Kontaktanordnung der eingangs genannten Art erfindungsgemäß durch eine zwischen dem Halbleiterkörper und der Metallisierungsschicht vorgesehene Schicht aus dem amorphen Halbleitermaterial des Halbleiterkörpers bzw. durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Patentanspruches 22 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Die Erfindung beruht damit auf der vollkommen neuartigen Erkenntnis über die Einsetzbarkeit von amorphem Silizium: Bisher wird amorphes Silizium für Antireflexschichten und zur Passivierung verwendet. Die Erfindung sieht nun vor, dass amorphes Silizium, was vollkommen neuartig ist, als Kontaktmaterial zwischen einer Metallisierungsschicht und einem aus Silizium bestehenden Halbleiterkörper dienen kann.

Die Erfindung ist aber nicht auf Silizium beschränkt: Vielmehr ist sie generell auch auf andere Halbleitermaterialien anwendbar, wie beispielsweise auf Siliziumcarbid, Verbindungshalbleiter usw. So kann beispielsweise eine amorphe Siliziumcarbidschicht einen ohmschen Kontakt zwischen einer Metallisierungsschicht und einem Siliziumcarbid-Halbleiterkörper bewirken.

Die erfindungsgemäße Kontaktanordnung ermöglicht so einen ohmschen Übergang von insbesondere einem niedrig dotierten Silizium-Halbleiterkörper zu einer auf diesen aufgetragenen Metallisierungsschicht, indem auf das Silizium des Halbleiterkörpers eine Zwischenschicht aus amorphem Silizium abgeschieden wird. Amorphes Silizium hat aufgrund seiner hohen Defektdichte die gewünschte Eigenschaft, einen ohmschen Kontakt zwischen der amorphen Siliziumschicht einerseits und der darauf abgeschiedenen Metallisierungsschicht andererseits ebenso wie zwischen der amorphen Siliziumschicht einerseits und dem kristallinen Silizium des Halbleiterkörpers andererseits auszubilden. Dies gilt speziell auch dann, wenn die vorzugsweise n-leitende Dotierung in der amorphen Siliziumschicht nur in geringer Konzentration vorliegt.

Auf einen Silizium-Halbleiterkörper aufgedampft oder gesputtertes amorphes Silizium ist nach einer auf seine Abscheidung folgenden Temperung, die vorzugsweise bei etwa 350 °C bis 450 °C ablaufen kann, im Allgemeinen n-leitend. Dabei kann das amorphe Silizium je nach seinem Herstellungsprozess bereits eine höhere Konzentration an Wasserstoff enthalten. Da der sich in einer amorphen Siliziumschicht ergebende Schichtwiderstand relativ hoch ist, kann es zweckmäßig sein, zur gezielten Erhöhung der n-Dotierung zusätzlich Wasserstoffatome in die amorphe Siliziumschicht einzubauen.

Der Einbau der Wasserstoffatome in die amorphe Siliziumschicht kann beispielsweise dadurch erfolgen, dass die nach der Abscheidung folgende Temperung, welche bei etwa 350 °C bis 450 °C durchgeführt wird, in einer wasserstoffhaltigen Atmosphäre vorgenommen wird. Eine weitere Möglichkeit besteht darin, die amorphe Siliziumschicht mittels eines Glühentladungsprozesses in einer Silanatmosphäre ( $\text{SiH}_4$ -Atmosphäre)



herzustellen oder auch den Sputterprozess selbst in einer wasserstoffhaltigen Atmosphäre durchzuführen.

Ein wesentlicher Vorteil der erfindungsgemäßen Kontaktanordnung liegt darin, dass sie einen ohmschen Kontakt auf einem n- oder auch p-dotiertem Halbleiterkörper und insbesondere auf einem Siliziumhalbleiterkörper ermöglicht, ohne dass dieser Kontakt einen hohen Emitterwirkungsgrad aufzuweisen braucht, da dieser Emitterwirkungsgrad durch die amorphe Struktur der abgeschiedenen Schicht niedrig bleibt.

Zusätzlich oder anstelle der Dotierung mittels Wasserstoff ist es auch möglich, eine amorphe Siliziumschicht mit anderen n-dotierenden Stoffen, wie beispielsweise Phosphor zu versehen. Vorzugsweise wird eine solche zusätzliche Dotierung vorgenommen, da sich mit Wasserstoff dotiertes Silizium leichter mit beispielsweise Phosphor oder - für den Fall einer angezielten p-Dotierung - auch zum Beispiel mit Bor elektrisch aktiv dotieren lässt.

In vorteilhafter Weise wird die erfindungsgemäße Kontaktanordnung für beispielsweise den Source-Kontakt eines MOS-Bauelements, also beispielsweise eines MOSFETs oder IGBTs, angewandt. Bei einem solchen MOSFET-Bauelement kann wegen des schlechten Emitterwirkungsgrades auf einen Kurzschluss zwischen Body-Zone und Source-Zone verzichtet werden. In diesem Fall kann n-dotiertes amorphes Silizium entweder direkt auf einem p-dotierten Halbleiterkörper (Bulk) als Source-Zone oder Kanalanschluss oder auf einer schwächer n-dotierten Source-Zone als Kontaktmaterial abgeschieden werden.

Wird ein derartiger n-dotierter Emitter für Diodenstrukturen angewandt, so bietet sich auch die Möglichkeit, durch eine

zusätzliche Bestrahlung mittels Protonen oder Heliumatomen Defekte in der Tiefe des Silizium-Halbleiterkörpers zu erzeugen, welche während des oben beschriebenen Temperprozesses mit Wasserstoff versehen werden können und dann Donatoren bilden. Dieser Vorgang kann somit zur Ausbildung einer für viele Diodenstrukturen gewünschten vorgelagerten Feldstoppzone verwendet werden, die unter anderem zu einem weicheren Abschalten führt (hierauf wird weiter unten im Zusammenhang mit der Fig. 1 noch näher eingegangen werden). Diese Zone kann auch zu einer gezielten Anhebung des Emitterwirkungsgrades führen. Es ist aber auch möglich, eine Anhebung der Emittereffizienz des mit amorphem Silizium beschichteten Halbleiterbereiches des Halbleiterkörpers durch eine zusätzliche moderate konventionelle Dotierung des kristallinen Siliziumbereiches, der sich in unmittelbarer Nähe der amorphen Siliziumschicht befindet, im Fall einer n-Dotierung beispielsweise mittels Phosphoratomen und im Fall einer p-Dotierung beispielsweise mittels Boratomen vorzusehen.

Grundsätzlich ist es auch möglich, mittels der erfindungsgemäßen Kontaktanordnung einen stabilen ohmschen Kontakt auf einem niedrig dotierten p-leitenden Gebiet beispielsweise für einen IGBT zu erzeugen. Dieser Kontakt zeichnet sich ebenfalls durch einen geringen Emitterwirkungsgrad aus. In diesem Fall kann das amorphe Silizium durch geeignete Dotierung auch p-leitend hergestellt werden. Auch in diesem Fall kann der Emitterwirkungsgrad durch eine moderate zusätzliche Dotierung des Bereiches des kristallinen Siliziums, der sich im Bereich der Grenzfläche zur amorphen Siliziumschicht befindet, bei Bedarf leicht angehoben werden. So werden bei IGBTs für höhere Schaltfrequenzen derzeit bevorzugt schwache p-leitende Emitter zur Reduzierung der Abschaltverluste eingesetzt. Durch den Einsatz von amorphem Silizium als Kontaktmaterial ist

hier eine weitere Reduzierung der p-Dosis und somit der Schaltverluste möglich. Derzeit ist der minimale Emitterwirkungsgrad hier durch die ohmsche Kontaktierbarkeit begrenzt.

- 5 Mit der erfindungsgemäßen Kontaktanordnung ist es möglich, spezielle Bereiche in Bauelementen, welche aufgrund von Stromfilamentierungen sehr heiß werden, dadurch zu schützen, dass ein durch eine amorphe Siliziumschicht gebildeter n- oder p-leitender Emitter in seiner Effizienz in den kritischen Bauelementebereichen lokal abgeschwächt wird. Eine derartige amorphe Siliziumschicht lässt sich selbstjustierend herstellen, indem der Effekt ausgenutzt wird, dass amorphes Silizium bei Temperaturen im Bereich über 600 °C zu rekristallisieren beginnt, was den Kontakt- bzw. Übergangswiderstand erhöht.
- 10 Wird also das Bauelement über einen gewissen Zeitraum über einem unkritischen Stromdichtebereich betrieben, so kann die Injektion infolge der lokalen Temperaturerhöhung und des daraus resultierenden lokal erhöhten Kontaktwiderstandes auch lokal abgeschwächt werden. Dadurch wird die Injektion eines solchen Emitters in den kritischen Bauelementebereichen reduziert, also beispielsweise im Randbereich von Dioden im dynamischen Betrieb oder bei Druckkontakt-IGBTs in dem Bereich, der sich unter dem Rand des Druckstückes befindet. Dies führt beispielsweise bei den Dioden im Randbereich zu einer Entlastung beim Abschalten.
- 15
- 20
- 25

In vorteilhafter Weise ist im Fall einer Kontaktanordnung mit einer wasserstoffhaltigen und im Allgemeinen zusätzlich dotierten Siliziumschicht schon eine Ausdiffusion von Wasserstoffatomen, die bereits bei Temperaturen im Bereich von 400 °C merklich auftritt, ausreichend, um das Injektionsverhalten des Emitters lokal gezielt zu verschlechtern. Eine Alternative ohne Nutzung dieses Effektes ist die örtliche Re-

30

duktion der Emittereffizienz durch das lokale Austreiben der Dotierung aus dem amorphen Silizium durch einen örtlich begrenzten Wärmeeintrag von außen. Ein solcher Wärmeeintrag kann beispielsweise über ein geheiztes Gitter oder durch  
5 Strahlung erfolgen, die lokal wirkt, wie beispielsweise Laserstrahlung, oder lokal geschirmt ist, was beispielsweise über eine Blende in einem RTA-Ofen (RTA = Rapid Thermal Annealing bzw. schnelles thermisches Glühen) geschehen kann. Auch ist es möglich, die Strahlung pulsförmig einwirken zu  
10 lassen.

Die Herstellung der erfindungsgemäßen Kontaktanordnung kann durch Abscheidung mittels Aufdampfen oder Sputtern von amorphem Halbleitermaterial, wie insbesondere Silizium oder Siliziumcarbid, erfolgen. Es ist aber auch möglich, das amorphe  
15 Halbleitermaterial nicht abzuscheiden, sondern die Oberfläche von monokristallinem Halbleitermaterial zu amorphisieren. Bei Silizium wird also in diesem Fall kein amorphes Silizium abgeschieden. Vielmehr wird monokristallines Silizium einem Damage-Prozess unterworfen, um es bereichsweise dort, wo eine  
20 Kontaktanordnung mit einem ohmschen Kontakt geschaffen werden soll, zu amorphisieren.

Insbesondere für Kontaktanordnungen auf der Rückseite einer  
25 Halbleiterscheibe ist es vorteilhaft, ein Damage durch eine Implantation mit einem nicht dotierenden Element zu erzeugen. Bei dieser Vorgehensweise wird der eigentliche Emitter dann besonders flach implantiert, so dass praktisch alle implantierten Atome im Bereich des Damage verbleiben. Alternativ  
30 kann sich eine geringe Dosis dieses Emitters auch im kristallinen Bereich befinden, wobei diese Dosis so niedrig sein sollte, dass der angezielte schwache Emitterwirkungsgrad nicht überschritten wird. Für eine Damage-Implantation eignen

sich vorzugsweise Elemente der 3. Periode des Periodensystems, wie beispielsweise Silizium oder Argon. Diese Elemente weisen eine relativ niedrige Amorphisierungs-dosis im Bereich von  $5 \cdot 10^{14} \text{ cm}^{-2}$  auf und haben andererseits deutlich größere  
5 Eindringtiefen als Elemente der 4. Periode des Periodensystems.

Nachfolgend wird die Erfindung anhand der Zeichnungen erläutert. Es zeigen:

- 10 Fig. 1 einen grundsätzlichen Dotierungsverlauf einer 1200 V-Diode, wobei die Dotierung in Abhängigkeit vom Abstand der Anode aufgetragen ist,
- 15 Fig. 2 eine schematische Schnittdarstellung durch eine erfindungsgemäße Kontaktanordnung,
- Fig. 3 eine Schnittdarstellung eines Trench-Bauelementes mit der erfindungsgemäßen Kontaktanordnung und
- 20 Fig. 4 eine Schnittdarstellung eines planaren Bauelementes mit der erfindungsgemäßen Kontaktanordnung.

Fig.1 zeigt den prinzipiellen Dotierungsverlauf einer 1200 V-Diode mit der erfindungsgemäßen Kontaktanordnung. Dabei ist  
25 hier die Grunddotierung GD in Ladungsträger/cm<sup>3</sup> in Abhängigkeit vom Abstand d von der Anode der Diode in µm aufgetragen. Bei dieser Diode besteht ein Rückseiten-Kontakt aus amorphem Silizium (a-Si) und weist eine Grunddotierung zwischen  $10^{13}$  und  $10^{14}$  Ladungsträger cm<sup>-3</sup> auf. Der Dotierungsverlauf zeigt  
30 zunächst einen Bereich mit einer homogenen Grunddotierung, an die sich eine Feldstopp-Zone mit einer höheren Dotierung anschließt. Diese Feldstopp-Zone geht dann auf der Rückseite der Diode in eine Schicht aus amorphem Silizium über.

Die Feldstopp-Zone kann beispielsweise durch eine zusätzliche Bestrahlung mittels Protonen oder Heliumatomen erzeugt werden. Die Protonen bzw. Heliumatome erzeugen in der Tiefe des Halbleiterkörpers Defekte, welche während eines Temperprozesses im Anschluss an die Abscheidung der amorphen Siliziumschicht mit Wasserstoff versehen werden und Donatoren bilden. Während der Wasserstoff bei Protonenimplantation bereits im Halbleiterkörper vorliegt, muss er bei vorheriger Heliumimplantation erst beispielsweise aus der Gasphase oder einem Plasma eindiffundiert werden. Diese Donatoren erhöhen die Dotierung im Bereich der Feldstopp-Zone über die homogene Grunddotierung. Die Feldstopp-Zone hat den Vorteil, dass sie unter anderem ein weiches Abschalten der Diode gewährleistet.

Fig. 2 zeigt eine schematische Schnittdarstellung durch die erfindungsgemäße Kontaktanordnung. Auf einem Halbleiterkörper 1 aus beispielsweise monokristallinem Silizium oder monokristallinem Siliziumcarbid befindet sich eine amorphe Halbleiterschicht 2 aus ebenfalls Silizium bzw. Siliziumcarbid. Die Schichtdicke dieser Schicht 2 liegt im Bereich von nm und kann beispielsweise zwischen 2 nm und 100 nm oder einigen 100 nm liegen. Die Dotierungskonzentration in der Schicht 2 ist relativ niedrig und liegt beispielsweise zwischen  $10^{15}$  und  $10^{16}$  Ladungsträger  $\text{cm}^{-3}$ .

Auf der Schicht 2 ist eine Metallisierungsschicht 3 als Kontakt aufgetragen. Für diese Metallisierungsschicht 3 kann beispielsweise Aluminium oder Chrom oder Aluminium/Chrom verwendet werden.

Fig. 3 zeigt als konkretes Ausführungsbeispiel für die erfindungsgemäße Kontaktanordnung eine Schnittdarstellung durch

einen Vertikal-Trench-MOSFET mit einem n-dotierten Silizium-Halbleiterkörper 1, in den Trenches 4 eingebracht sind, die mit polykristallinem Silizium als Gateelektrode aufgefüllt sind. Im Halbleiterkörper 1 befindet sich an dessen Oberseite  
5 eine p-dotierte Body-Zone 5, an deren Oberseite wiederum eine n-dotierte Source-Zone 6 vorgesehen ist. Die Source-Zone 6 und die Body-Zone 5 sind durch eine Metallisierungsschicht 3 aus Aluminium kontaktiert.

10 Auf der Rückseite des Halbleiterkörpers 1 ist noch eine n<sup>+</sup>-dotierte Anschlusszone 7 vorgesehen, auf der ein Drainkontakt 8(D) angebracht ist.

Erfindungsgemäß sind nun die Body-Zone 5 und die Source-Zone  
15 6 einerseits und/oder die n<sup>+</sup>-leitende Kontaktzone 7 mit einer p- oder n-dotierten Schicht 2 aus amorphem Silizium versehen. Diese Schicht 2 kann durch Aufdampfen, wie oben erläutert wurde, oder auch durch Amorphisieren erzeugt sein.

20 Fig. 4 zeigt als weiteres Ausführungsbeispiel für die erfindungsgemäße Kontaktanordnung eine Schnittdarstellung durch einen Planar-IGBT mit einem n<sup>-</sup>-leitenden Silizium-Halbleiterkörper 1, einer zusätzlichen niedrig dotierten p-leitenden Kollektorschicht 9, einer Kollektor-Kontaktschicht 10(K), p-  
25 leitenden Body-Zonen 5, niedrig dotierten n-leitenden Source-Zonen 6, Gateelektroden 11 in einer Isolierschicht 13 aus Siliziumdioxid mit einem Gateoxid 12 und einer Aluminium-Metallisierungsschicht 3.

30 Allgemein kann die Schicht 9 als Emitter wirken und so schwach dotiert sein, dass ohne die amorphe Schicht 2 ein Schottky-Kontakt oder ein ohmscher Kontakt mit einem relativ hohen Kontaktwiderstand entstehen würde.

Erfindungsgemäß sind Schichten 2 aus amorphem dotiertem Silizium unterhalb der Aluminium-Metallisierung 3 in der Body-Zone 5 und der Source-Zone 6 und/oder zwischen der p-leitenden Kollektorschicht 9 und der Kollektor-Kontaktschicht 10 aus ebenfalls Aluminium vorgesehen, um eine relativ geringe oder sogar vernachlässigbare Dotierung der Zone 6 und/oder der Schicht 9 zu ermöglichen. Diese Schichten 2 können im Bereich der Source-Zone 6 und der Body-Zone 5 n-dotiert und im Bereich der Kollektorschicht 9 p-dotiert sein. Selbstverständlich sind auch hier jeweils entgegengesetzte Leitungstypen für die Dotierung möglich.

Die Herstellung der Schichten 2 kann durch Abscheidung mittels Aufdampfen oder Sputtern in gegebenenfalls wasserstoffhaltiger Atmosphäre erfolgen, woran sich eine Temperung bei etwa 350 °C bis 450 °C in ebenfalls einer wasserstoffhaltigen Atmosphäre anschließen kann. Es ist aber auch möglich, die amorphe Schicht 2 mittels eines Glühentladungsprozesses in einer SiH<sub>4</sub>-Atmosphäre zu erzeugen. Schließlich braucht die amorphe Schicht auch nicht abgeschieden zu werden: Es ist vielmehr möglich, die Oberfläche des Halbleiterkörpers 1 (vgl. Fig. 2) selbst zu amorphisieren, indem ein Damage durch Implantation mit einem nicht dotierenden Element, wie insbesondere einem Element der 3. Periode des Periodensystems, also beispielsweise Silizium oder Argon, eingebracht wird. Diese Implantation kann mit einer Dosis von etwa  $5 \cdot 10^{14}$  bis  $1 \cdot 10^{16} \text{ cm}^{-2}$  erfolgen.

Die Schicht 2 kann gegebenenfalls auch lokal in Bauelementebereichen rekristallisiert werden. Dieses Rekristallisieren kann bei Temperaturen über etwa 600 °C vorgenommen werden. Für eine Rekristallisation geeignete Bereiche sind solche Be-



reiche, in denen die Emittereffizienz gegenüber der restlichen Emitterfläche reduziert werden soll.

---

Patentansprüche

1. Kontaktanordnung mit einem ohmschen Kontakt zwischen einer Metallisierungsschicht (3) und einem Halbleiterkörper (1) aus monokristallinem Halbleitermaterial, gekennzeichnet durch eine zwischen dem Halbleiterkörper (1) und der Metallisierungsschicht (3) vorgesehene Schicht (2) aus dem amorphen Halbleitermaterial des Halbleiterkörpers.  
5
2. Kontaktanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Halbleitermaterial Silizium ist.  
10
3. Kontaktanordnung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Schicht (2) aus amorphem Silizium mit Wasserstoff dotiert ist.  
15
4. Kontaktanordnung nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass in die Schicht (2) aus amorphem Silizium Sauerstoffatome eingebaut sind.  
20
5. Kontaktanordnung nach einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Silizium-Halbleiterkörper (1) im Bereich der Schicht (2) aus amorphem Silizium n-leitend ist.  
25
6. Kontaktanordnung nach einem der Ansprüche 2 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Schicht (2) aus amorphem Silizium zusätzlich mit Phosphor dotiert ist.  
30

7. Kontaktanordnung nach Anspruch 2,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Schicht (2) aus amorphem Silizium mit Bor dotiert  
ist.

5

8. Kontaktanordnung nach einem der Ansprüche 2 bis 4,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass der Silizium-Halbleiterkörper (1) im Bereich der Schicht  
(2) aus amorphem Silizium p-leitend ist.

10

9. Kontaktanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 8,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Schichtdicke der Schicht (2) aus dem amorphem Halb-  
leitermaterial in der Größenordnung nm liegt.

15

10. Kontaktanordnung nach Anspruch 9,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Schichtdicke der Schicht (2) aus dem amorphem Halb-  
leitermaterial zwischen 2 und 100 nm liegt.

20

11. Kontaktanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 10,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Schicht (2) aus dem amorphem Halbleitermaterial eine  
Dotierung zwischen  $10^{15}$  und  $10^{16}$  Ladungsträger  $\text{cm}^{-3}$  hat.

25

12. Kontaktanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 11,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Metallisierungsschicht (3) aus Aluminium oder Chrom  
oder Aluminium/Chrom besteht.

30

13. Kontaktanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 12,  
dadurch gekennzeichnet,

dass in dem Halbleiterkörper (1) ein Trench-Bauelement oder ein Planarbauelement realisiert ist.

14. Kontaktanordnung nach Anspruch 13,

5 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,  
dass das Bauelement eine Diode oder ein Bipolartransistor oder ein MOSFET oder ein IGBT ist.

15. Kontaktanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 14,

10 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,  
dass im Anschluss an die Schicht (2) aus dem amorphen Halbleitermaterial im Halbleiterkörper (1) eine Feldstopp-Zone (vgl. Fig. 1) realisiert ist.

15 16. Kontaktanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 15,  
gekennzeichnet durch eine im Halbleiterkörper (1) im Bereich der Schicht (2) aus amorphem Halbleitermaterial vorgesehene zusätzliche als Emitter wirkende Schicht (9) des zum Leitungstyp des Halbleiterkörpers (1) gleichen oder entgegengesetzten Leitungstyps.  
20

17. Kontaktanordnung nach Anspruch 16,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,  
dass die zusätzliche Schicht (9) so schwach dotiert ist, dass  
25 sie ohne die Schicht (2) aus amorphem Halbleitermaterial einen Schottky-Kontakt oder einen ohmschen Kontakt mit relativ hohem Kontaktwiderstand bilden würde.

18. Kontaktanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 17,

30 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,  
dass die Schicht (2) aus dem amorphen Halbleitermaterial auf der Vorderseite und/oder Rückseite des Halbleiterkörpers (1) ausgeführt ist.

19. Kontaktanordnung nach Anspruch 18,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Schicht (2) aus dem amorphen Halbleitermaterial die  
Injektion von Ladungsträgern in kritischen Bauelementeberei-  
5 chen lokal abschwächt.

20. Kontaktanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 19,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Schicht (2) aus dem amorphen Halbleitermaterial lo-  
10 kal rekristallisiert ist.

21. Kontaktanordnung nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass das amorphe Halbleitermaterial Siliziumcarbid ist.

22. Verfahren zum Herstellen der Kontaktanordnung nach ei-  
nem der Ansprüche 1 bis 21,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass amorphes Halbleitermaterial auf einen Halbleiterkörper  
20 (1) durch Sputtern oder Aufdampfen oder Glühentladung aufge-  
bracht und sodann getempert wird.

23. Verfahren nach Anspruch 22,  
dadurch gekennzeichnet,  
25 dass das Tempern bei etwa 350 °C bis 450 °C vorgenommen wird.

24. Verfahren nach Anspruch 22 oder 23,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass das Sputtern in einer wasserstoffhaltigen Atmosphäre  
30 vorgenommen wird.

25. Verfahren nach einem der Ansprüche 22 bis 24,  
dadurch gekennzeichnet,

dass das Tempern in einer wasserstoffhaltigen Atmosphäre vorgenommen wird.

26. Verfahren zum Herstellen der Kontaktanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 21,  
5       dadurch gekennzeichnet,  
dass amorphes Halbleitermaterial in einem Halbleiterkörper (1) durch Damage-Bildung erzeugt wird.
- 10   27. Verfahren nach einem der Ansprüche 22 bis 26,  
     dadurch gekennzeichnet,  
dass das amorphe Halbleitermaterial dotiert wird.
- 15   28. Verfahren nach Anspruch 27,  
     dadurch gekennzeichnet,  
dass das amorphe Halbleitermaterial mit Bor oder Phosphor dotiert wird.
- 20   29. Verfahren nach einem der Ansprüche 22 bis 28,  
     dadurch gekennzeichnet,  
dass in den Halbleiterkörper (1) im Bereich der Schicht (2) aus amorphem Halbleitermaterial eine zusätzliche Schicht (9) eingebracht wird.
- 25   30. Verfahren nach Anspruch 29,  
     dadurch gekennzeichnet,  
dass die zusätzliche Schicht (9) schwach dotiert wird.
- 30   31. Verfahren nach Anspruch 26,  
     dadurch gekennzeichnet,  
dass zur Damage-Bildung eine Implantation vorgenommen wird.

32. Verfahren nach Anspruch 31,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass eine Implantation mit Elementen der 3. Periode des Peri-  
odensystems vorgenommen wird.

5

33. Verfahren nach Anspruch 32,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass eine Implantation mit einer Dosis von etwa  $5 \cdot 10^{14} \text{ cm}^{-2}$   
bis  $1 \cdot 10^{16} \text{ cm}^{-2}$  vorgenommen wird.

10

34. Verfahren nach einem der Ansprüche 22 bis 33,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die amorphe Schicht (2) aus Silizium bei Temperaturen  
über etwa 600 °C lokal in Bauelementbereichen rekristalli-  
siert wird.

15

## Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft eine Kontaktanordnung, bei der ein ohmscher Kontakt zu einem Halbleiterkörper (1) durch eine amorphe Schicht (2) hergestellt wird. Außerdem bezieht sich die Erfindung auf ein Verfahren zum Herstellen einer solchen Kontaktanordnung vorzugsweise durch Abscheidung mittels Aufdampfung oder Sputtern.

10 (Fig. 1)



---

Bezugszeichenliste

	GD	Grunddotierung
	d	Abstand von Anode
5	D	Drain
	K	Kollektor
	1	Halbleiterkörper
	2	Amorphe Schicht
	3	Metallisierungsschicht
10	4	Trench mit Gateelektrode aus Polysilizium
	5	Body-Zone
	6	Source-Zone
	7	n <sup>+</sup> -leitende Zone
	8	Drainkontakt
15	9	Kollektorschicht
	10	Kollektor-Kontaktschicht
	11	Gateelektrode
	12	Isolierschicht

20

FIG 1

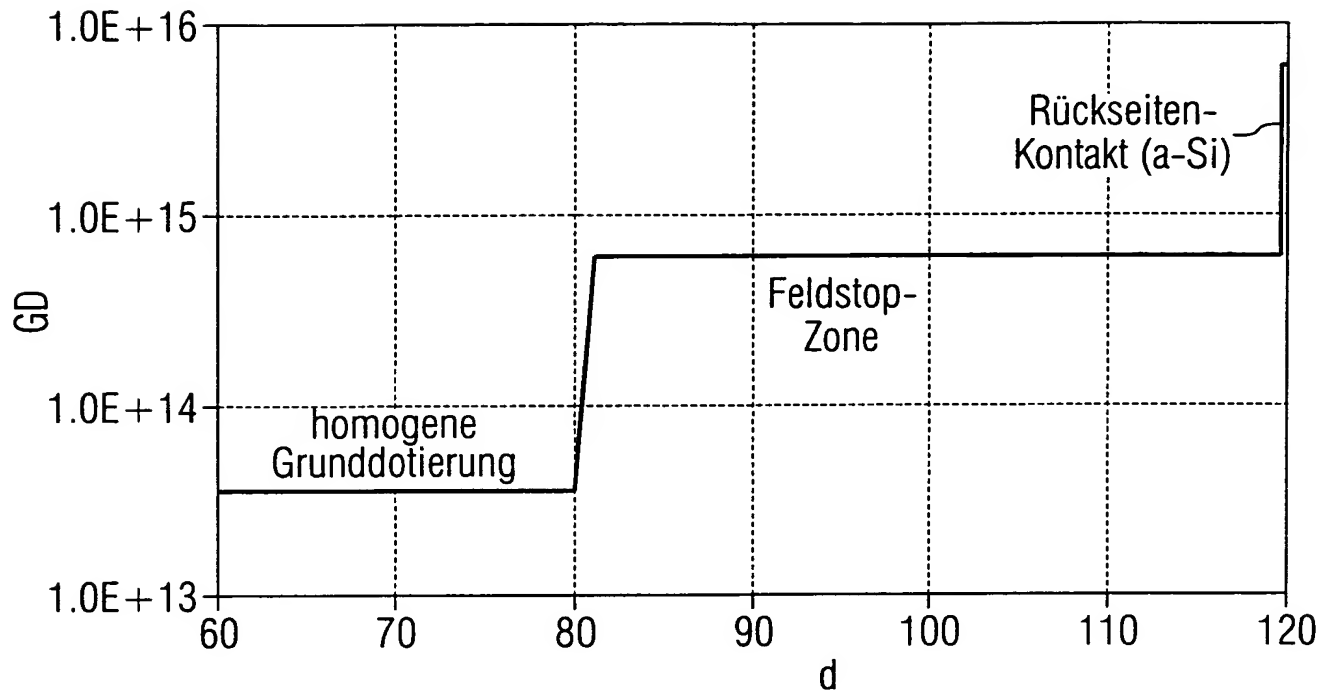


FIG 2

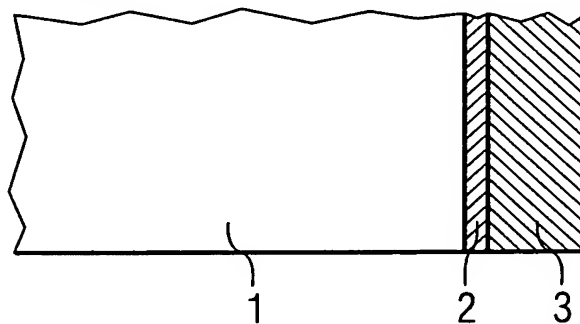


FIG 3

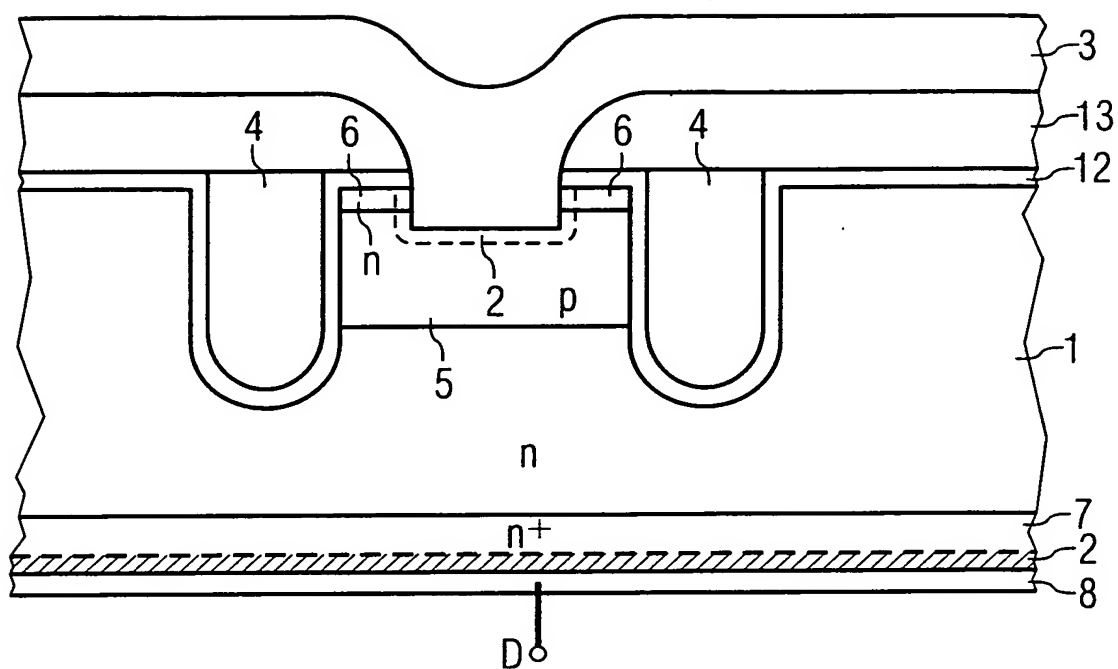


FIG 4

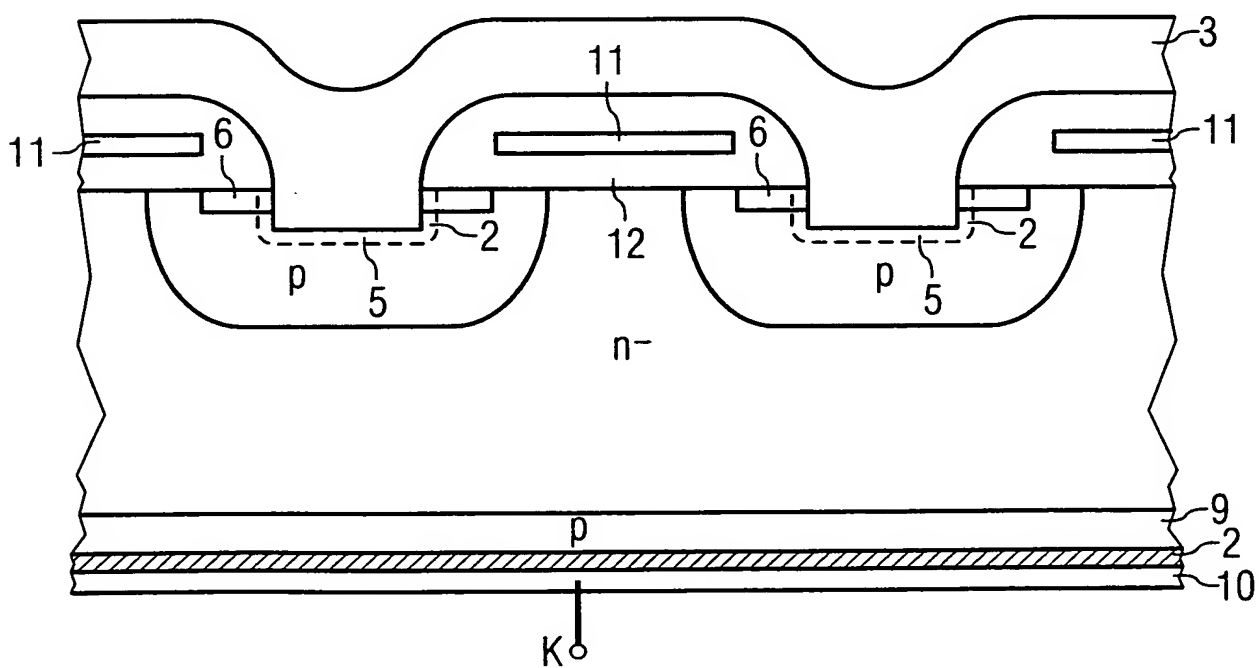


FIG 1

